

Rec'd PCT/PTO 20 DEC 2004

PCT/JP0.3/07831

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

19.06.03

10/518527

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年 6月25日

出願番号
Application Number: 特願2002-183890
[ST. 10/C]: [JP2002-183890]

REC'D 08 AUG 2003

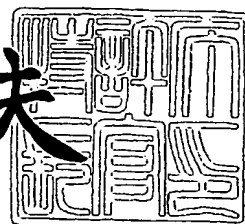
出願人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 7月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 2033840118
【提出日】 平成14年 6月25日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01S 3/00
H01S 3/108
H01S 5/026

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 古屋 博之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 榎原 晃

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光信号－無線信号変換装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光を入射する入射部を形成し、かつ入射部に入射した光を導波させる導波路と、前記導波路を挟んで対向する位置に設けられた一对の電極と、前記電極に連結された共振器と、前記共振器に連結されたアンテナとを備えた光信号－無線信号変換装置。

【請求項2】 導波路に入射した光信号により電極に電気を発生させ、共振器により前記電気を無線信号に変換しアンテナから送信する請求項1記載の光信号－無線信号変換装置。

【請求項3】 導波路と、電極と、共振器と、アンテナとを基材上に一体的に設けた請求項1記載と光信号－無線信号変換装置。

【請求項4】 誘電体基板上に光を導波させる導波路と、前記導波路に導波した光により電気を誘起する電極と、前記電極に誘起した電気により無線信号を発振するための共振器と電磁界を放射するアンテナ構造とを具備した光信号－無線信号変換装置。

【請求項5】 基板及び導波路部分の少なくとも一部分が非線形光学効果を具備する材料で形成されていることを特徴とする請求項4に記載の光信号－電気信号変換装置。

【請求項6】 非線形光学効果を具備する材料として、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3)、タンタル酸リチウム (LiTaO_3) 系材料、リン酸チタニルカリウム (KTiOPO_4) 系材料、希土類カルシウムオキシボレート ($\text{RECa}_4\text{O}(\text{BO}_3)_3$ RE: 希土類元素) 系材料、DAST (4-ジメチルアミノ-N-メチル-4-スチルバゾリウム-トシレート)、3RDCVXY (ジシアノビニル終端-ジメチル置換-ジアゾ) を用いることを特徴とする請求項5に記載の光信号－電気信号変換装置。

【請求項7】 導波路部分の少なくとも一部分の分極方向が他の部分の分極方向と異なる構造を持つことを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の光信号－電気信号変換装置。

【請求項 8】 一对の電極を電氣的に接続する抵抗を備えたことを特徴とする、請求項 1～請求項 4 に記載の光信号－電気信号変換装置。

【請求項 9】 基板を収納する筐体と、前記基板に形成し光を導波する導波路と、前記導波路を挟んで対向する位置に設けられた一对の電極と、前記電極に電氣的に接続された誘電体共振器と、前記誘電体共振器に設けられ電磁波を発信する電磁波放射機構とを備えた光信号－無線信号変換装置。

【請求項 10】 導波路の入射光側に一对の電極を電氣的に接続する抵抗を備え、出射光側に誘電体共振器に設けられ電磁波を発信する電磁波放射機構を備えた請求項 9 記載の光信号－無線信号変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、非線形光学効果の一つである光整流効果を用いた受光器に関するものである。特に光整流効果を用いた受光器部分に誘電体共振器およびアンテナを付加することにより実現される小型・高速・高効率な光－電波（無線）変換装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、受光器といえばフォトマルチプライヤーに代表される電子管か、フォトダイオードに代表される、半導体材料の光励起を応用した素子が一般的であった。

【0003】

前者は感度が高く、理化学用としては現在も頻繁に用いられているものの、寸法が大型であること、高圧電源が必要となることなどから光通信用の受光素子としてはほとんど用いられることはない。

【0004】

後者は、現在幅広い分野で用いられており、一般用とでは、安価であることから pin フォトダイオード (pin-PD) が、高速光通信などでは高速応答可能なことから電子なだれを利用したアバランシェフォトダイオード (APD) が

用いられている。pinフォトダイオードにおいても近年高速応答可能なものも開発されており、現状の通信速度においてはほぼ支障なく使用できる素子である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

現状の通信速度（帯域＜60GHz帯）ではフォトダイオードでも支障なく使用可能であるが、100GHzを超える長高周波帯域においては、フォトダイオードに代表される電子・ホールといった多数キャリアの応答を利用した機器では、追従することが困難であると考えられている。

【0006】

フォトダイオードの代表例として、pinフォトダイオードの場合を挙げる。フォトダイオードの光吸収層に光を照射した場合、電子・ホール対が生成される。ホールは速度の遅いためデバイスの応答速度を決定する遅延時間はホールのドリフト速度に律速される。このために高速応答が困難であると考えられている。

【0007】

本願発明は、以上のような課題を解決するためになされたものであり、高速な光信号にも応答可能な光－電気変換素子あるいは受光素子を得ることを目的としたものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本願発明は、光を入射する入射部を形成し、かつ入射部に入射した光を導波させる導波路と、前記導波路を挟んで対向する位置に設けられた一対の電極と、前記電極に連結された共振器と、前記共振器に連結されたアンテナとを備えた光信号－無線信号変換装置である。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を具体的に説明する。もちろん本発明は、以下の例によって制限されるものではない。また、説明に使用する図面は一部分を誇張して表現した個所が存在するものであり、図面内の寸法、寸法比率および位置関係

は必ずしも正しいものではない。

【0010】

【実施例】

本願発明の第1の実施例では非線形光学効果を持つ材料を利用した光信号－電気信号変換装置の例について述べている。

【0011】

本願発明の光信号－電気信号変換装置の基本原理は非線形光学効果の一つである光整流効果を利用したものである。以下に光整流効果について説明する。

【0012】

ここで、非線形効果を持つ材料中での分極の式を考える。

【0013】

$$D = \epsilon E + P_{NL} \quad \dots (式1)$$

D: 電気変位ベクトル (電束密度)、 ϵ : 誘電率、E: 電界、 P_{NL} : 非線形分極

非線形効果を持つ材料中では、電気変位ベクトル (電束密度) は通常の誘電率と電界の積のほかに非線形分極の項を和した形で表される。この非線形分極の項について2次の非線形光学効果のみを考慮に入れると以下のように記述される。

【0014】

$$P_{NL} = \chi^{(2)} E \cdot E \quad \dots (式2)$$

$\chi^{(2)}$: 2次の非線形分極率

ここで、材料中に入射する二つの電場を以下のように記述する。

【0015】

$$E_1 = E_{01} \cos(\omega_1 t - \kappa_1 r + \phi_1), E_2 = E_{02} \cos(\omega_2 t - \kappa_2 r + \phi_2) \quad (式3)$$

この光の電場を表す式3において、 ω_1 および ω_2 は光の周波数を、 t は時間を、 κ_1 および κ_2 は光の波数を、 ϕ_1 および ϕ_2 はそれぞれ位相を表している。

【0016】

この時、電界は E_1 と E_2 の和で表されるため、式2の電界の2乗は以下のように表される。

【0017】

$$\begin{aligned}
E \cdot E &= (E_1 + E_2) \cdot (E_1 + E_2) \\
&= E_{01}^2 \cos^2(\omega_1 t - \kappa_1 r + \phi_1) \\
&\quad + 2E_{01}E_{02} \cos(\omega_1 t - \kappa_1 r + \phi_1) \cdot \cos(\omega_2 t - \kappa_2 r + \phi_2) \\
&\quad + E_{02}^2 \cos^2(\omega_2 t - \kappa_2 r + \phi_2) \quad \dots \text{(式 4)}
\end{aligned}$$

この式を、 $\cos 2\theta = 2\cos^2 \theta - 1$ をつかって整理すると、

$$\begin{aligned}
E \cdot E &= 1/2 (E_{01}^2 + E_{02}^2) \quad \dots \text{(式 5・項 A)} \\
&\quad + 1/2 E_{01}^2 \cos(2\omega_1 t - 2\kappa_1 r + 2\phi_1) \quad \dots \text{(式 5・項 B)} \\
&\quad + 1/2 E_{02}^2 \cos(2\omega_2 t - 2\kappa_2 r + 2\phi_2) \quad \dots \text{(式 5・項 C)} \\
&\quad + E_{01} \cdot E_{02} \cos[(\omega_1 + \omega_2)t - (\kappa_1 + \kappa_2)r + (\phi_1 + \phi_2)] \quad \dots \text{(式 5・項 D)} \\
&\quad + E_{01} \cdot E_{02} \cos[(\omega_1 - \omega_2)t - (\kappa_1 - \kappa_2)r + (\phi_1 - \phi_2)] \quad \dots \text{(式 5・項 E)}
\end{aligned}$$

と表される。

【0018】

式5のうち項Aは光整流の項を、項Bと項Cは第2高調波発生を、項Dは和周波発生を、項Eは差周波発生を表している。ここでは便宜的に材料中に2つの異なる周波数（波長）の光が入射した場合を考えたが、1つの周波数（波長）の場合もまったく同様に考えることができる。

【0019】

本願発明では、式5・項Aで記述される非線形光学効果のうち光整流効果を使用して、光信号を電気信号に変換する素子、あるいは光信号を電波に変換する素子を実現するものである。

【0020】

次に光信号—電気信号変換装置の構成を図1に示す。

【0021】

基板101上的一部分に光を入射する入射部102aを有する導波路102が形成されており、導波路102を光が透過することにより、非線形光学効果のうちの光整流効果により電界が発生し、発生した電界を電極103及び104によって取り出す構成となっている。

【0022】

本実施例では基板101としてニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 基板を用い

た。なお、基板材料としてはニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 以外に)、タンタル酸リチウム (LiTaO_3)、リン酸チタニルカリウム (KTiOPO_4)、希土類カルシウムオキシボレート ($\text{RECa}_4\text{O}(\text{BO}_3)_3$ RE: 希土類元素)、DAST (4-ジメチルアミノ-N-メチル-4-スチルバゾリウム-トシレート)、3RDCVXY (ジシアノビニル終端-ジメチル置換-ジアゾ) などを用いても同様の効果が得られる。

【0023】

この基板を用いた本実施形態の光信号-電気信号変換装置の製造方法を説明する。

【0024】

まず、基板を純水、アセトン、アルコール等の液中で、超音波洗浄する。その後、酢酸中で超音波洗浄を1分以内行い、再び基板を純水、アセトン、アルコール等の液中で、超音波洗浄する。

【0025】

次に、レジストによるパターニングを行い、電子ビーム蒸着法によりTiを蒸着する。この時のTi膜厚は400~500 Åであった。その後、リフトオフ法により導波路部分以外のTiを除去する。

【0026】

このときTi膜を作製する方法としては電子ビーム蒸着法のほかにRFマグネトロンスパッタ法などのスパッタ法を使用しても同様の効果が得られる。

【0027】

Tiが蒸着された基板を管状炉に導入し、基板にTiを拡散させる。管状炉内は石英管が通っており、基板101はこの中に設置された石英ボート内にセットする。雰囲気ははじめの5時間は、水蒸気を含ませ湿度80%以上としたArガスとし、5時間経過後に同じく水蒸気を含ませ湿度80%以上としたO₂ガスに切り替え。1時間程度加熱する。加熱温度はいずれの場合も1000℃程度であった。最後の1時間を酸素雰囲気中で加熱するのは結晶の酸素欠損を補うためのものである。以上の操作により基板101上に導波路102が形成される。

【0028】

なお、導波路102の形成方法としてはTi拡散法のほかにV（バナジウム）、Ni（ニッケル）、Cu（銅）などの遷移金属を拡散する方法を使用してもよく、安息香酸の熔融塩中に24時間程度漬け込みプロトン交換を行う方法を探っても良い。

【0029】

また、DAST（4-ジメチルアミノ-N-メチル-4-スチルバゾリウムトシレート）、3RDCVXY（ジシアノビニル終端-ジメチル置換-ジアゾ）などの有機系の非線形光学材料においては、紫外光照射による屈折率変化（フォトリチング）法により導波路を形成した方が望ましく、無機系材料を用いた場合と同様の効果が得られる。

【0030】

本実施例での導波路の幅と深さは5 μ m程度であったが、導波路の幅と深さは、導波させる光の波長により変化するため、この値に限定されるものではない。

【0031】

次に導波路102に沿って金属電極103及び104を形成する。本実施形態では、基板101の表面上に導波路102を形成し、導波路102を挟んで対向する位置に一对の電極103、104を形成している。

【0032】

本実施例では導波路102を形成した基板101上に電子ビーム蒸着法によりアルミニウムを蒸着した。この時、金属電極の材料としてはアルミニウムのほかに、白金、金、チタン、ゲルマニウム、ニッケル等の単体あるいは合金を使用しても同様の効果がえられる。

【0033】

なお、電極を形成する前に保護膜としてSiO₂、HfO₂、SiNなどの薄膜を全面に形成するのが望ましい。

【0034】

最後に電極103および104の片端に終端抵抗105（50 Ω ）を橋渡しするように接続し、光信号-電気信号変換装置が完成する。

【0035】

この終端抵抗により光変調器の一つである進行波型光変調器の電極のように光と電気信号の位相速度の差を緩和することが可能となる。

【0036】

なお、非線形材料の実効的非線形光学定数 d_{eff} は大きいほうが望ましく、一般的に考えた場合、無機非線形光学材料を用いた場合よりも、有機非線形光学材料を用いた場合のほうが、感度が高く、光から電気信号への変換効率も大きくなる。

【0037】

一般的に実効的非線形光学定数は光の入射方向で変化する。このことを考慮すると、ニオブ酸リチウム・タンタル酸リチウム系非線形光学結晶を用いた場合、光の入射方向は誘電主軸の x y 面内であることが望ましい。

【0038】

ニオブ酸系非線形光学結晶のみならず、実効的非線形光学結晶においては、その結晶の持つ結晶系（点群・空間群）により、結晶への光の入射角度と実効的非線形光学定数の変化を表す式が異なるため、その結晶の種類により実効的非線形光学定数が大きくなる角度を選択する必要がある。

【0039】

また、これまで述べた非線形光学効果を持つ材料を利用した光信号－電気信号変換装置における導波路部分に分極反転構造を導入した場合さらに光信号と電気信号の位相速度の差を緩和することが可能である。

【0040】

また分極反転構造を導入する場合、すなわち擬似速度整合を取る場合、結晶への光の角度により速度整合をとる場合と比較して大きな実効的非線形光学定数をとることが可能となるため、感度が高く、なおかつ光から電気信号への変換効率を大きくすることが可能となる。

【0041】

ここでは、周期的に分極を反転した周期的分極反転構造の導波路を形成した例について説明する。この例における周期的分極反転構造を導入した光信号－電気信号変換素子の構成を図2に示す。

【0042】

基板には、分極反転構造を導入しない場合と同様に基板201としてニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 基板を用いた。なお、基板材料としてはニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 以外に、タンタル酸リチウム (LiTaO_3) 系材料、リン酸チタニルカリウム (KTiOPO_4) 系材料、希土類カルシウムオキシボレート ($\text{RECa}_4\text{O}(\text{BO}_3)_3$ RE: 希土類元素) 系材料、DAST (4-ジメチルアミノ-N-メチル-4-スチルバゾリウム-トシレート)、3RDCVXY (ジシアノビニル終端-ジメチル置換-ジアゾ) を用いても同様の効果が得られる。

【0043】

この基板を用いた本実施形態の光信号-電気信号変換装置の製造方法を説明する。

【0044】

まず、基板を純水、アセトン、アルコール等の液中で、超音波洗浄する。その後、酢酸中で超音波洗浄を1分以内行い、再び基板を純水、アセトン、アルコール等の液中で、超音波洗浄する。

【0045】

次に、分極反転構造202を形成した。まず電子ビーム蒸着法により金属電極を蒸着する。この際、表面には櫛型電極を形成し、裏面には前面電極を形成した。金属電極の材料としては、アルミニウム、白金、金、チタン、ゲルマニウム、ニッケル等の単体あるいは合金を使用するのが望ましい。櫛型電極は、本実施例ではマスクを用いて形成したが、レジストでパターンニングを行いリフトオフする方法を用いても良い。

【0046】

電極形成後、表面及び裏面電極に電界を印加し、分極反転構造を形成する。

【0047】

なお、分極反転周期は以下の式で算出される。

【0048】

$$L_c = \lambda_m / 2 (n_g - n_m) \quad \dots (式6)$$

または

$$L_c = 1 / 2 f_m (1 / v_m - 1 / v_g) \quad \cdots \text{(式7)}$$

$$\Lambda = 2 L_c \quad \cdots \text{(式8)}$$

Λ : 分極反転周期、 L_c : コヒーレンス長、 n_g : 光の屈折率、 n_m : 電波の屈折率、 v_g : 光の群速度、 v_m : 電波の位相速度、 λ_m : 電磁波の波長、 f_m : 電波の周波数

本実施例の場合、 f_m : 26GHz、 v_m : 6.47×10^7 m/s、 v_g : 1.36×10^8 m/s を使用 (He - Ne 光を使用した場合) しているため、コヒーレンス長は 2.4 mm、分極反転周期は 4.7 mm となった。

【0049】

分極反転処理後、基板 201 を純水、アセトン、アルコール等の液中で、超音波洗浄する。その後、酢酸中で超音波洗浄を 1 分以内行い、再び基板を純水、アセトン、アルコール等の液中で、超音波洗浄する。

【0050】

次に、レジストによるパターンニングを行い、電子ビーム蒸着法により Ti を蒸着する。この時の Ti 膜厚は 400 ~ 500 Å であった。その後、リフトオフ法により導波路部分以外の Ti を除去する。

【0051】

このとき Ti 膜を作製する方法としては電子ビーム蒸着法のほかに RF マグネトロンスパッタ法などのスパッタ法を使用しても同様の効果が得られる。

【0052】

Ti が蒸着された基板を管状炉に導入し、基板に Ti を拡散させる。管状炉内は石英管が通っており、基板 201 はこの中に設置された石英ボート内にセットする。雰囲気ははじめの 5 時間は、水蒸気を含ませ湿度 80 % 以上とした Ar ガスとし、5 時間経過後に同じく水蒸気を含ませ湿度 80 % 以上とした O₂ ガスに切り替え。1 時間程度過熱する。加熱温度はいずれの場合も 1000 °C 程度であった。最後の 1 時間を酸素雰囲気中で加熱するのは結晶の酸素欠損を補うためのものである。以上の操作により基板 201 上に導波路 203 (入射部 203a を有する) が形成される。

【0053】

なお、導波路 203 の形成方法としては Ti 拡散法のほかに V (バナジウム)、Ni (ニッケル)、Cu (銅) などの遷移金属を拡散する方法を使用してもよく、安息香酸の熔融塩中に 24 時間程度漬け込みプロトン交換を行う方法を採用しても良い。

【0054】

また、DAST (4-ジメチルアミノ-N-メチル-4-スチルバゾリウム-トシレート)、3RDCVXY (ジシアノビニル終端-ジメチル置換-ジアゾ) などの有機系の非線形光学材料においては、紫外光照射による屈折率変化 (フォトブリーチング) 法により導波路を形成した方が望ましく、無機系材料を用いた場合と同様の効果が得られる。

【0055】

本実施例での導波路の幅と深さは $5\mu\text{m}$ 程度であったが、導波路の幅と深さは、導波させる光の波長により変化するため、この値に限定されるものではない。

【0056】

次に導波路 203 にそって金属電極 204 及び 205 を形成する。本実施例では反転分極構造 202、導波路 203 を形成した基板 201 上に電子ビーム蒸着法によりアルミニウムを蒸着した。この時、金属電極の材料としてはアルミニウムのほかに、白金、金、チタン、ゲルマニウム、ニッケル等の単体あるいは合金を使用しても同様の効果がえられる。

【0057】

なお、電極を形成する前に保護膜として SiO_2 、 HfO_2 、 SiN などの薄膜を全面に形成するのが望ましい。

【0058】

最後に電極 204 および 205 の片端に終端抵抗 (50Ω) を橋渡しするように接続し、光信号-電気信号変換装置が完成する。

【0059】

この終端抵抗 206 により光変調器の一つである進行波型光変調器の電極のように光と電気信号の位相速度の差を緩和することが可能となる。

【0060】

そして、これまで述べた非線形光学効果を持つ材料を利用した光信号－電気信号変換装置に誘電体共振器を付加した場合、共振器内の一部分で電界強度を大きくすることが可能となり、共振器の一部分に電磁波放射機構（アンテナ）を具備することにより、光信号を電波へ変換する素子を形成することが可能となる。

【0061】

以下では非線形光学効果を持つ材料を利用した光信号－電気信号変換装置における導波路部分に分極反転構造を導入し、さらに電極部分に誘電体共振器と電波を放射する機構（アンテナ）を付加した場合について述べている。この例における周期的分極反転構造を導入した光信号－電波（無線）信号変換素子の構成を図3に示す。

【0062】

誘電体共振器を保持する筐体309内に基板301が保持され、基板301上に導波路302が形成されている。なおこの導波路には周期的分極反転構造が形成されており、導波路302に沿って電極303（303a、303b）が形成されている。また電極の出射光側308には電界（磁界）放射機構306を具備した誘電体共振器304が形成されており、入射口側307には終端抵抗305（ 50Ω ）が形成されている。

【0063】

ここで筐体、或は基板が本願発明の基材に相当する。そして導波路と、電極と、共振器と、アンテナとを基材上に一体的に設けた構造である。

【0064】

更に詳しく説明すると、導波路部分の構造を図4に示す。図4（a）は導波路を備えた光信号－電気信号変換装置の概略図を示している。基板301は筐体309内に保持されており、分極反転構造403を具備した導波路302が形成されている。電極303は、導波路302に沿って形成されている。導波路302を挟んで対向する位置に一对の電極303a、303bを隣接し形成している。

【0065】

図4（a）のA-A'線に沿った断面図が図4（b）である。周期的分極反転構造403はコヒーレンス長ごとに材料の分極を変化させた構造をしており、筐

体309はレーザーの入出射口付近は切り欠きが形成された構造となっている。

【0066】

なお、筐体309は、外界の電磁波の影響を小さくするために非線形光学材料基板の全面を覆う形状であるほうが望ましい。

【0067】

図4(a)のB-B'線に沿った断面図が図4(c)である。電極303a・303bを図4(c)のように基板内に埋め込む構造をとっても良いが、基板表面に形成した場合においても同様の効果が得られる。

【0068】

導波路部分は波長633nmに合わせて設計されており、導波路部分の形成方法は、前記の周期的分極反転構造を取り入れた光信号-電気信号変換装置とまったく同様である。

【0069】

以下、誘電体共振器部分と電磁界放射機構について述べる。図5は誘電体共振器部分の一例に関する図面である。図5(a)は誘電体共振器の概略図を示しており、図5(b)は図5(a)におけるA-A'線での断面図を示している。

【0070】

電磁界放射機構を具備した誘電体共振器304は共振器内の電磁界を遮蔽する筐体501と、その内部に電気信号入力のためのマイクロストリップ線路502(502a、502b)と、高誘電率誘電体503、筐体501に設けられ電磁界放射のためのスリット504、誘電体共振器内で電界を増大させるためのスリット505から構成されている。

【0071】

ここで各マイクロストリップ線路502a、502bは、それぞれ電極303a、303bと電氣的に接続されている。

【0072】

ここで誘電体503の周辺は低誘電率材料(本実施例の場合テフロン)で保持されている。

【0073】

そして電極 303a、303b に発生した電気はマイクロストリップ線路 502a、503a に伝達され、誘電体内に電界として放射される。電界は高誘電率誘電体 503 内を伝播し、共振状態となる。高誘電率誘電体 503 にはスリットが設けられており、スリット部分で誘電率が急激に変化することにより電界が大きくなる。この電界が大きくなる部分付近の筐体 501 にスリット 504 を設けることにより電波が放射される。

【0074】

この誘電体共振器は、内部のモードは TM_{11} δ モードであるとして設計された誘電体共振器である。電磁界を放射するためのスリットの長さは 26 GHz の場合 3mm 程度となる。このときスリットの幅は 0.6mm とした。

【0075】

高誘電率材料 503 は $MgTiO_3$ - $CaTiO_3$ 系セラミックスで構成されており、断面は 1mm 角、長手方向の長さは 5mm であった。筐体の内面は断面 3mm 角、長手方向の長さ 15mm であった。筐体と高誘電率材料との間は PTFE で充填された構造となっている。

【0076】

高誘電率材料 503 は $MgTiO_3$ - $CaTiO_3$ 系セラミックスのほかにも $Zr-Ti-O_4 \cdot BaTiO_3$ 系に代表される誘電体セラミックス材料を使用しても同様の効果が得られる。ただし、そのとき誘電体材料によって、誘電率が異なるため、筐体の寸法および誘電体共振器の寸法等が変化することは言うまでもない。

【0077】

以上の例は TM_{11} δ モードの場合で説明したが、 TE_{10} モードなどほかのモードにおいても、誘電体共振器の構造を変化させることで対応することが可能となる。

【0078】

また、電波放射機構として本実施例で筐体に設けたスリット部に導体電極を共振器筐体に接地させない状態で設けることにより、電波の放射量を大きくすることが可能である。

【0079】

また、電磁界放射機構として本実施例では共振器筐体にスリットを設けスロットアンテナとして動作させたが、スロットアンテナ部にさらに誘電体共振器を設置し、誘電体アンテナとして動作させた場合においても同様の効果が得られる。

【0080】

以上のように、本願発明にかかる実施例に拠れば、非線形光学材料により構成される光信号－電気信号変換装置に光信号を入射させることで、電気信号に変換し、さらに誘電体共振器を利用することで電気信号を電波として放射する機構を具備することを特徴とした光信号－電波信号変換装置を得ることができる。

【0081】

そして導波路と、電極と、共振器と、アンテナとを基材上に一体的に設けることにより、各種通信機器や電気機器間での情報の授受を行う際に、容易に機器に組み込むことが可能となる、さらに光ファイバー等を通して送られる光信号を無線に変換させることが容易となるため、通信機器や電気機器を無線により相互に制御することが容易に行え、既存の電化製品を無線で情報制御するネット家電の普及をより促進することが可能となる。

【0082】

また、本願発明の実施例に拠れば、擬似速度整合により非線形光学材料が持つ本来の実効的非線形光学定数を享受する事が可能となり、感度および変換効率を高めることが可能となる、その上、誘電体共振器により、共振器内で部分的に電界強度を強めた、電波を放射することにより、光から電波への変換効率をも高くすることが可能となる。

【0083】

もちろん本願発明において、素子構成、電極材料、誘電体材料、非線形光学材料、および、素子の形成方法は、以上の例によって制限されるものではなく、実施例に記載の材料以外の誘電体材料・非線形光学材料を用いて形成した場合においても同様の効果が期待できる。また、周期的分極反転構造を用いる場合においても分極反転周期および導波路、誘電体共振器を適切に設計することにより任意の光波長・信号周波数に適用することが可能であることはいうまでもない。

【0084】

また、本実施形態ではニオブ酸リチウムに代表される非線形光学材料で形成された光信号－電気信号変換装置と誘電体セラミックス材料で構成された、誘電体共振器に電磁界放射機構を具備した電気信号－電波信号変換装置とにより構成されており、光信号から電波信号まで一つの素子で変換可能とする光学装置である。

【0085】

そして、非線形光学効果を利用することにより、電子あるいはホールといったキャリアの挙動を利用せずに光信号を電気信号に変換することが可能となり、従来のフォトダイオードの問題点であった、多数キャリアのドリフト速度に律速され応答速度が低下するという現象も発生しない。

【0086】

このことにより高速な光信号－電気信号変換装置を得、さらに誘電体共振器アンテナを具備することにより光信号を直接電波として放射することが可能となる。

【0087】

【発明の効果】

本願発明では、キャリアの挙動を利用せずに光信号を電気信号に変換するという機構を具備することにより、高速な応答を得、変換した電気信号を電波として放射することで、光信号から無線信号へ変換し、高効率であり、かつ高速な応答を得るものである。

【0088】

このことにより高速な光信号－電気信号変換装置を得ることが可能となり、さらに誘電体共振器アンテナを具備することにより光信号を直接電波として放射することが可能となり、小型かつ高速動作可能な光信号－電波信号変換装置を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本願発明の一実施形態における光信号－電気信号変換装置の概略図

【図2】

本願発明の他の実施形態における光信号－電気信号変換装置の概略図

【図 3】

本願発明の一実施形態における光信号－電波信号変換装置の概略図

【図 4】

同実施形態における光信号－電気信号変換装置の部分図

【図 5】

同実施形態における誘電体共振器アンテナの概略図

【符号の説明】

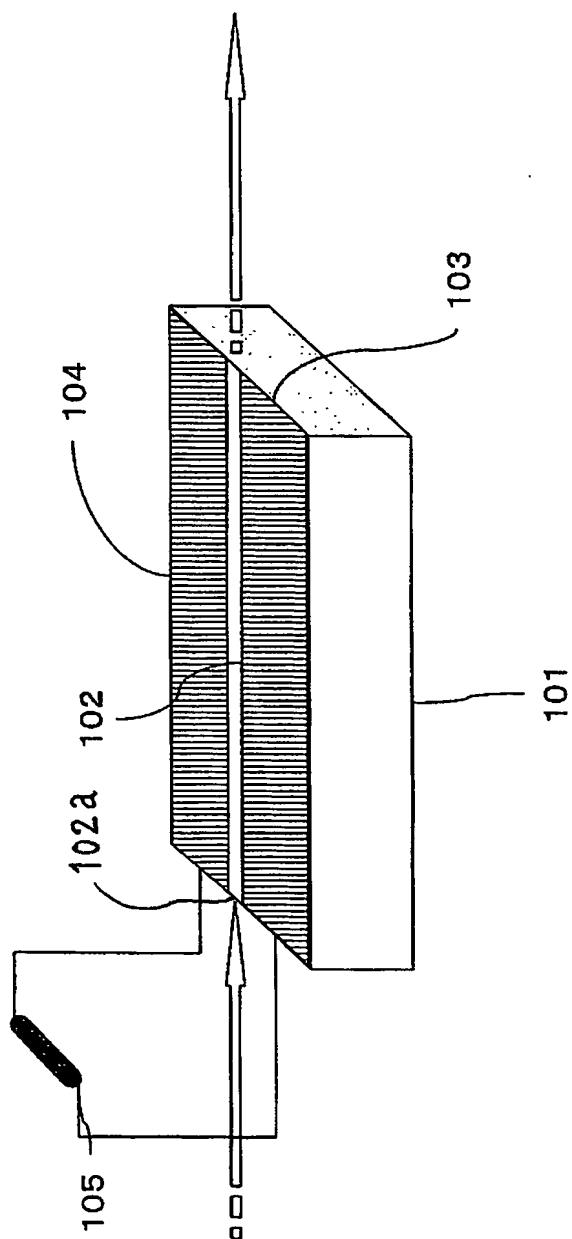
- 1 0 1 非線形光学材料基板
- 1 0 2 光導波路
- 1 0 3 電極 1
- 1 0 4 電極 2
- 1 0 5 終端抵抗
- 2 0 1 非線形光学材料基板
- 2 0 2 周期的分極反転構造
- 2 0 3 光導波路
- 2 0 4 電極 1
- 2 0 5 電極 2
- 2 0 6 終端抵抗
- 3 0 1 非線形光学材料基板
- 3 0 2 光導波路
- 3 0 3 電極
- 3 0 4 誘電体共振器
- 3 0 5 終端抵抗
- 3 0 6 アンテナ（電磁界放射装置）
- 3 0 7 光入力部
- 3 0 8 光出口
- 4 0 1 非線形光学材料基板
- 4 0 2 光導波路

- 4 0 3 周期的分極反転構造
- 4 0 4 電極
- 4 0 5 筐体
- 5 0 1 筐体
- 5 0 2 ストリップ線路
- 5 0 3 誘電体共振器
- 5 0 4 筐体スリット
- 5 0 5 誘電体共振器スリット

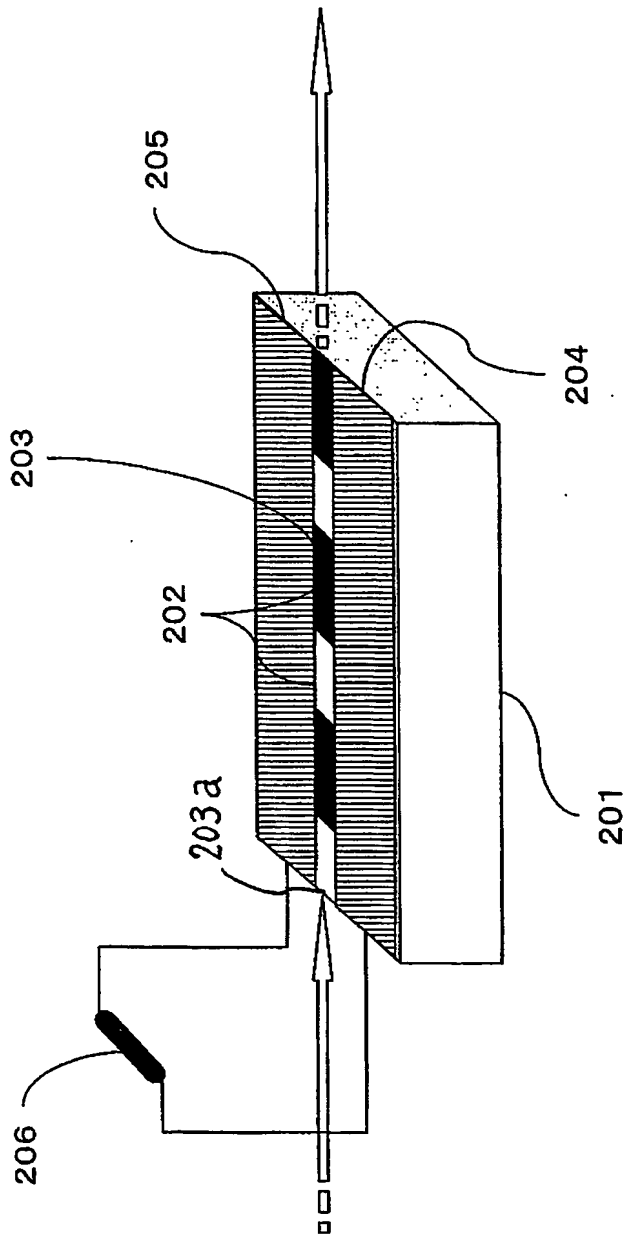
【書類名】

図面

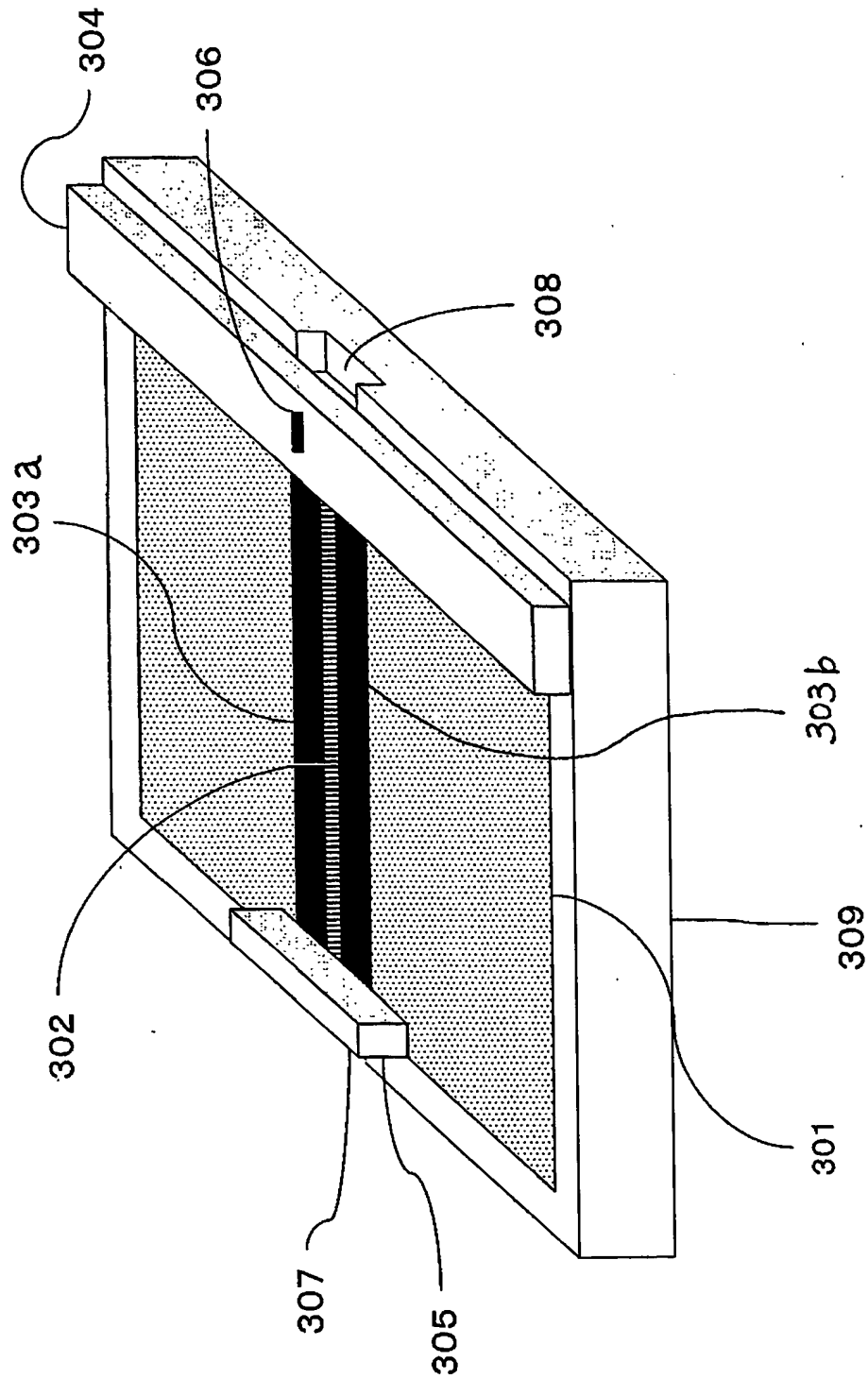
【図 1】



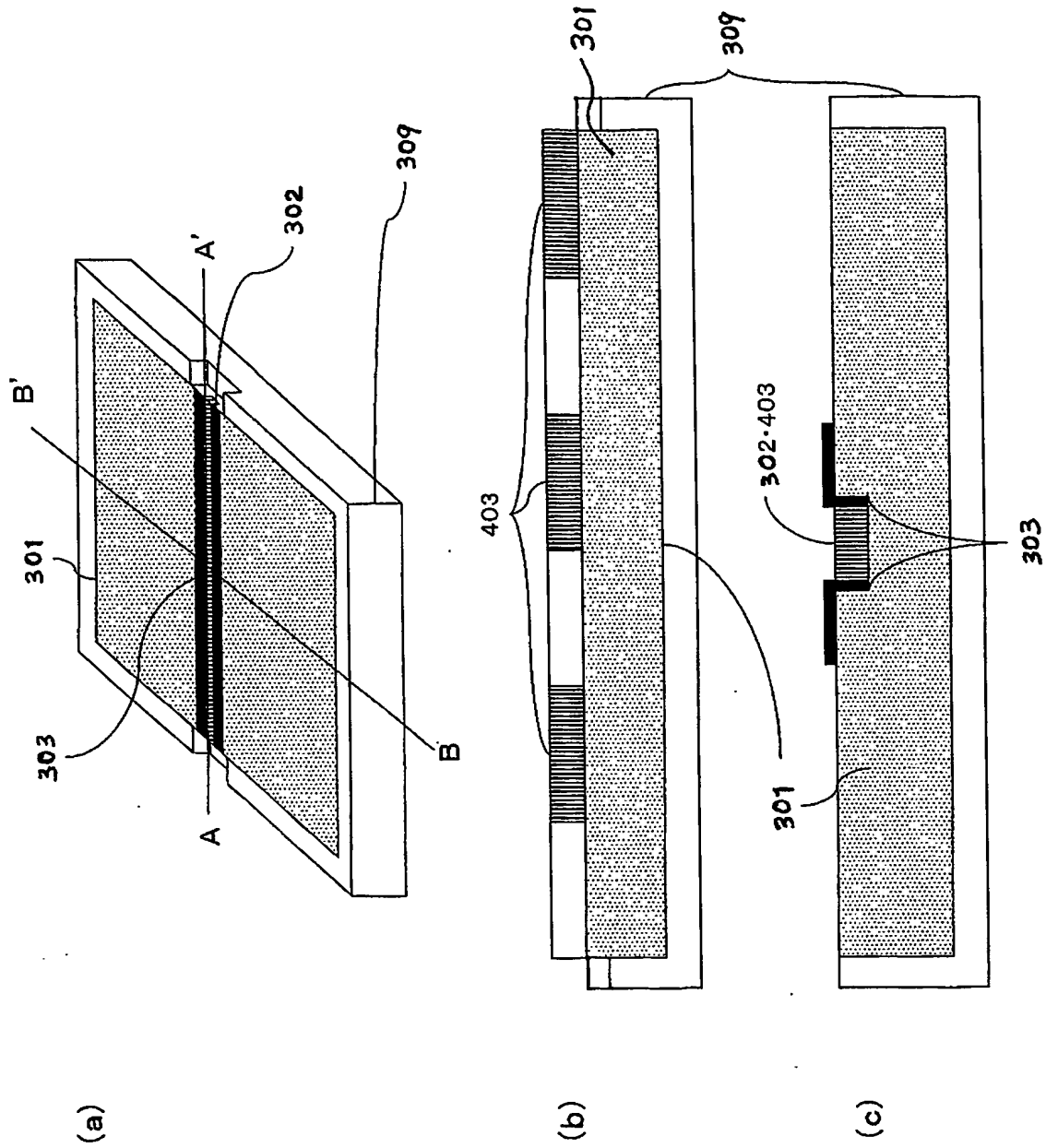
【図 2】



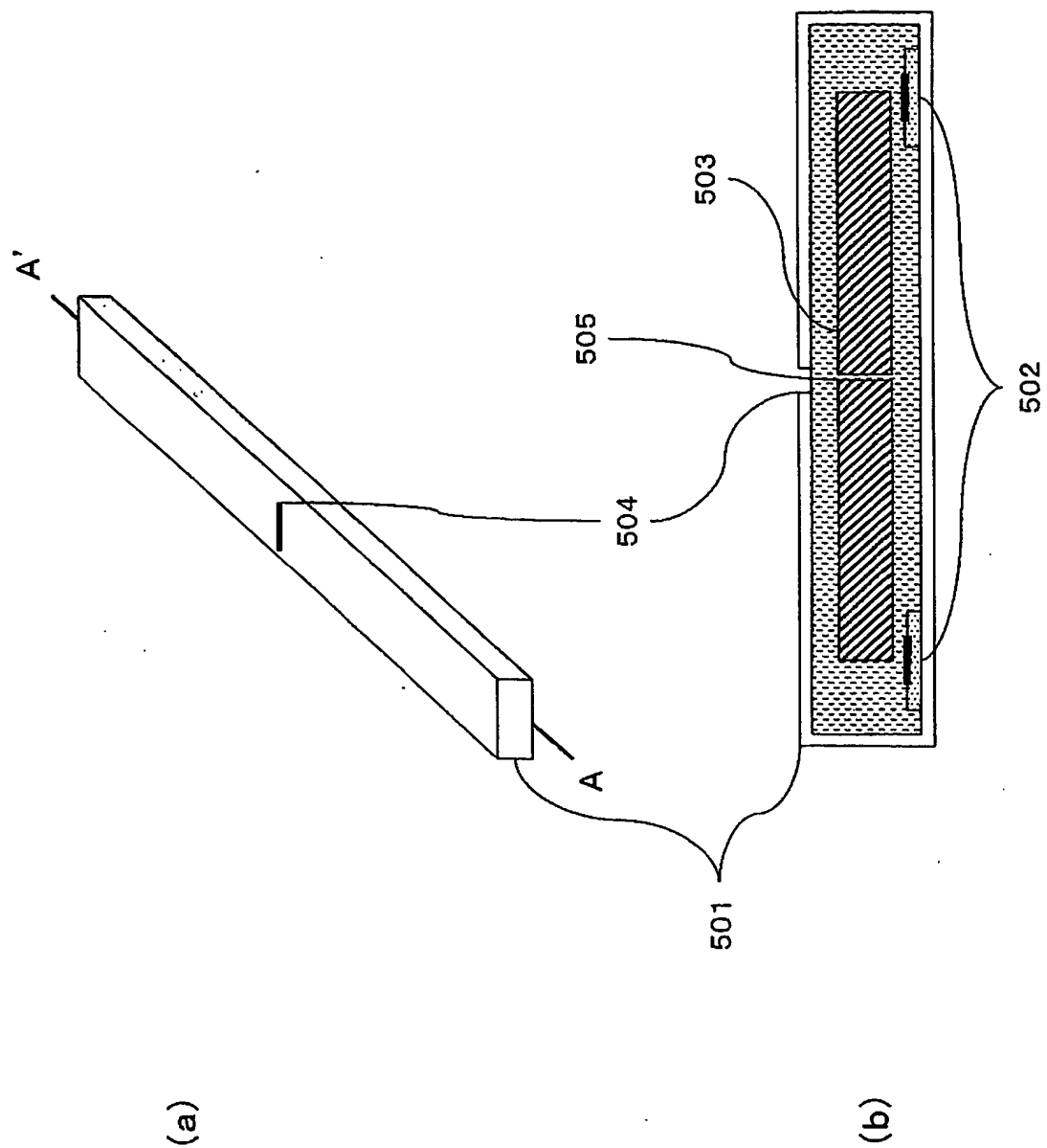
【図3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型かつ高速動作可能な光信号－電波信号変換装置を得る。

【解決手段】 光を入射する入射部を形成し、かつ入射部に入射した光を導波させる導波路 302 と、導波路 302 を挟んで対向する位置に設けられた一対の電極 303 と、電極 303 に連結された共振器 304 と、共振器に連結されたアンテナ 306 とを備えた光信号－無線信号変換装置である。

【選択図】 図 3

特願 2002-183890

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名

松下電器産業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.